

Optimierung eines Kurvengetriebes für hohe Leistungen

Hintergrund:

In einer Verpackungsmaschine werden Packungen von einem kurvengetriebenen Schieber in einen getakteten Packungsrevolver bewegt. Bei hohen Leistungen treten störende Schwingungen sowie Abdrücke auf der Schieberseite der Packungen auf.

Ziele:

- Leistungserhöhung des Kurvengetriebes
- Vermeidung von Packungsschäden
- geringer konstruktiver Änderungsaufwand

Weg:

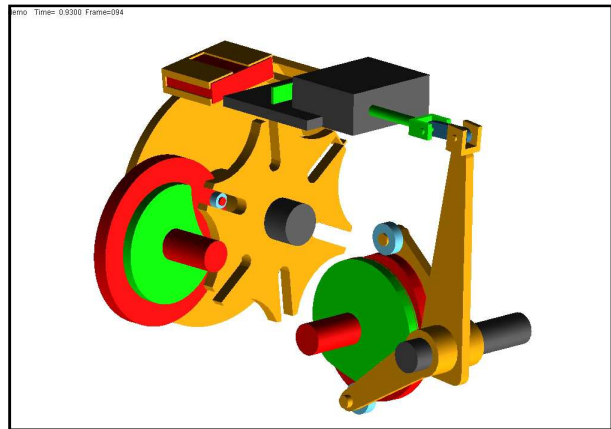
- Schwingungsmessungen in Zusammenarbeit mit dem Kunden
- Erstellung eines Simulationsmodells
- Analyse der Schwingungsursachen sowie der Packungsbelastungen
- Erstellung von Vorgaben für konstruktive Änderungen am Kurvenhebel und an der Kurvenhebellagerung
- Optimierung des Kurven-Bewegungsgesetzes (Reduzierung Vorhubbeschleunigung, harmonische Synthese)
- Erstellung von NC-Steuerungsdaten für die Kurvenscheibenfertigung
- Test der modifizierten Baugruppe durch den Kunden

Ergebnis:

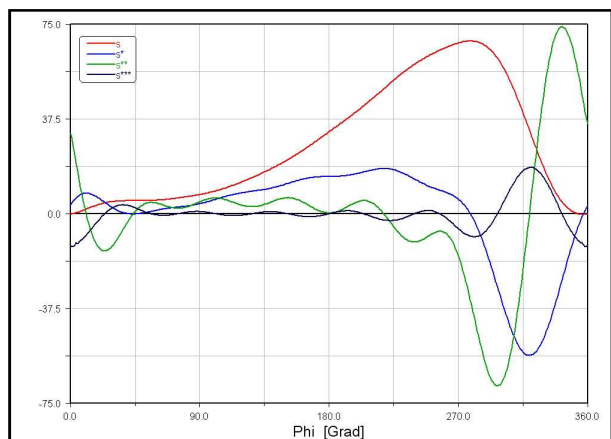
- Funktionssicherheit bei erhöhter Getriebeleistung
- Packungsbelastung auch bei hoher Leistung im zulässigen Bereich
- erhebliche Schwingungsreduzierung

Nutzen:

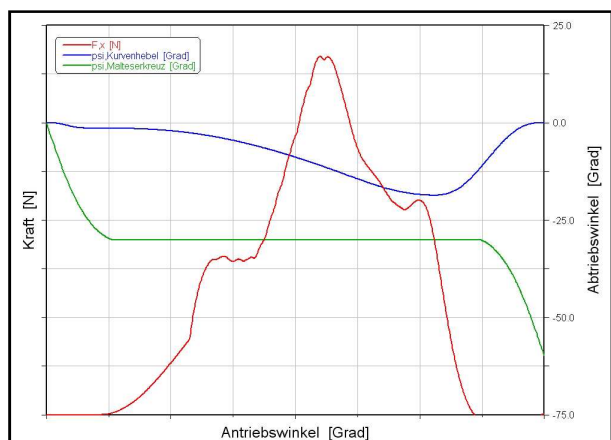
- Wettbewerbsvorteil durch höhere Leistung und gute Packungsqualität
- Reduzierung von Entwicklungszeit und -kosten durch Optimierung vor Fertigung
- fundierte Basis für Entwicklungsentscheidungen



Doppelscheiben-Kurvengetriebe mit Malteserkreuz-Packungsrevolver



Bewegungsdiagramm des Packungsschiebers (rot = Weg, blau = Geschwindigkeit, grün = Beschleunigung; dunkelblau = Ruckfunktion)



Packungsbelastung (rot, einschließlich Reibkräfte) sowie Abtriebswinkel von Kurvenhebel (blau) und Revolver (grün)

Vereinzelung von Kunststoffhülsen

Hintergrund:

Ungeordnet zugeführte Hülsen sind in die Aufnahmepositionen eines Transportriemens zu vereinzeln. Die bestehende Lösung zeigt Funktionsstörungen infolge Blockierungen sowie Hülsenbeschädigungen bei hohen Abfüllgeschwindigkeiten.

Ziele:

- Vermeidung von Funktionsstörungen
- Erhöhung der Abfüllgeschwindigkeit ohne Schädigung der Hülsen
- Einhaltung konstruktiver Randbedingungen (Bauraum, Transportrichtung, ...)

Weg:

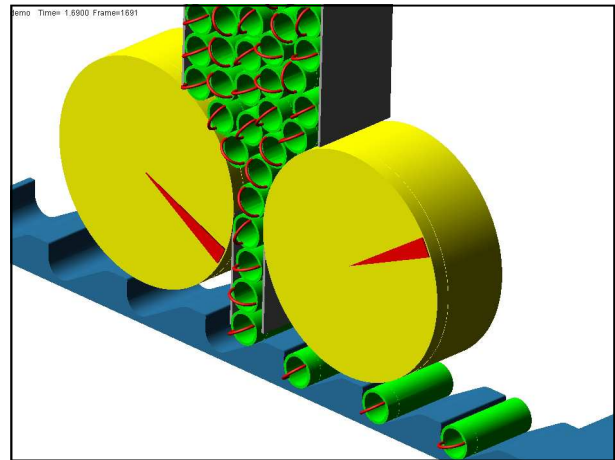
- Ermittlung physikalischer Hülseigenschaften (Reibung, Verformung unter Last, ...) durch einfache Versuche in Zusammenarbeit mit dem Kunden
- Erstellung eines Simulationsmodells
- Modellverifizierung durch Abgleich mit Filmaufnahmen und Messergebnissen
- Analyse von Konstruktionsvarianten (Beschichtungen, Auflockerungseinrichtungen, Zuführgeometrie, bewegliche Führungen, Riemengeometrie, ...) im Simulationsmodell
- Optimierung einer Variante für hohe Abfüllgeschwindigkeiten

Ergebnis:

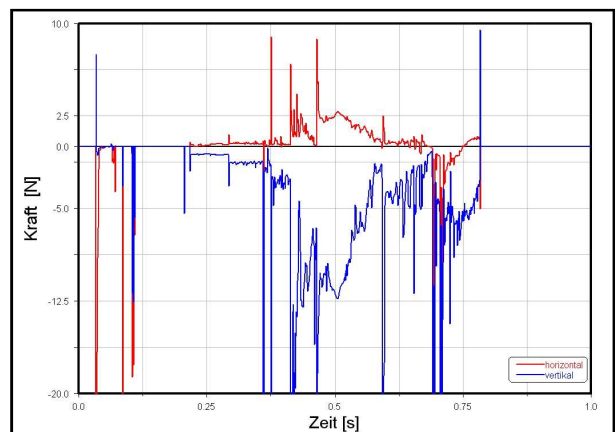
- optimierte Konstruktionsvariante
- hohe Funktionssicherheit
- Erhöhung der Abfüllgeschwindigkeit bei gleichzeitiger Verringerung der Hülsenbeanspruchung

Nutzen:

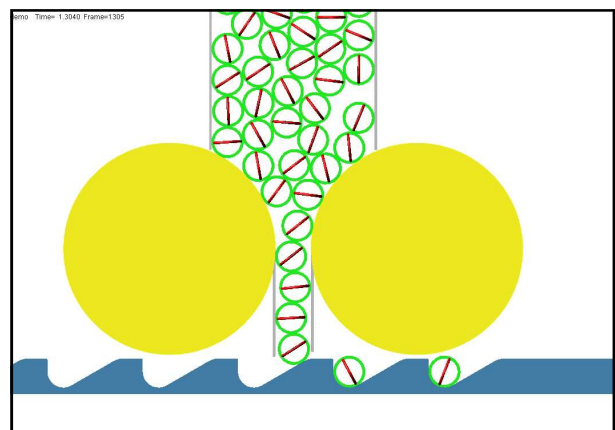
- Wettbewerbsvorteil durch höhere Leistung und bessere Hülsenqualität
- Reduzierung von Entwicklungszeit und -kosten durch Verringerung der Versuchsanzahl
- fundierte Basis für Entwicklungsentscheidungen



Simulation des Abfüllvorganges (gelb: rotierende Förderwalzen; blau: Transportriemen)



Hülsenbeanspruchung während des Abfüllvorganges



Hülsenbewegung und optimierte Riemengeometrie

Transport flexibler Hülsen

Hintergrund:

Unter Innendruck stehende flexible Hülsen werden mit hoher Geschwindigkeit in einen Inspektionskanal gefördert. Der Hülsenabstand ist dabei durch Hülsenbeschleunigung zu vergrößern. Mehrere Konstruktionsvarianten stehen zur Auswahl.

Ziele:

- Funktionssicherheit
- hohe Transportleistung
- geringe Hülsenbeanspruchung
- Einhaltung konstruktiver Randbedingungen (Bauraum, Transportrichtung, ...)

Weg:

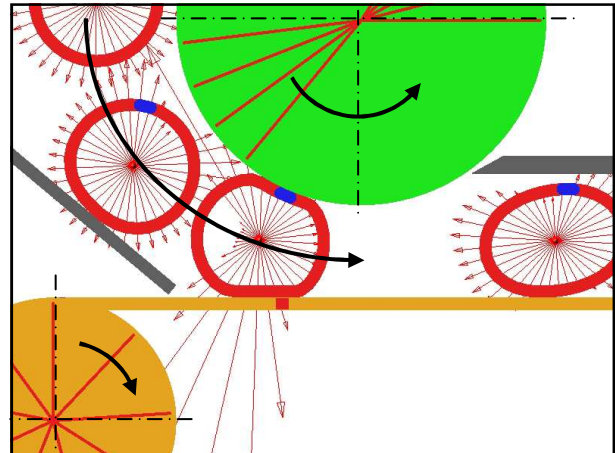
- Ermittlung physikalischer Hülseigenschaften (Reibung, Verformung unter Last, ..) durch einfache Versuche in Zusammenarbeit mit dem Kunden
- Erstellung eines Simulationsmodells
- Analyse von Konstruktionsvarianten (Zuführgeometrie, Förderwalzengeometrie, Drehzahlen, Beschichtungen, ...) im Simulationsmodell
- Optimierung der Hauptabmessungen für diverse Hülsenvarianten
- Erstellung von Animationen zur Vertriebsunterstützung

Ergebnis:

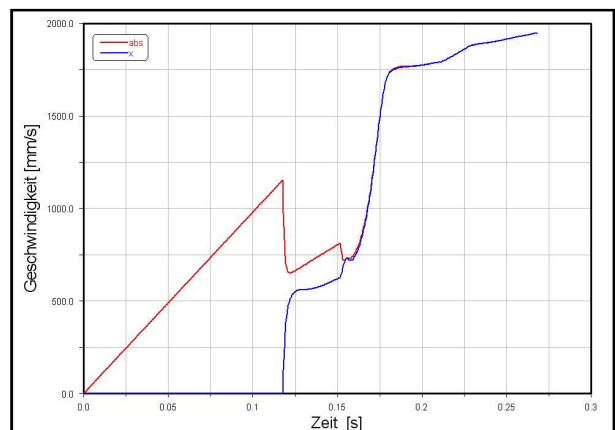
- optimierte Konstruktionsvariante
- Einstellwerte für Hülsenvarianten
- hohe Funktionssicherheit
- Hohe Transportgeschwindigkeit bei geringer Hülsenbeanspruchung

Nutzen:

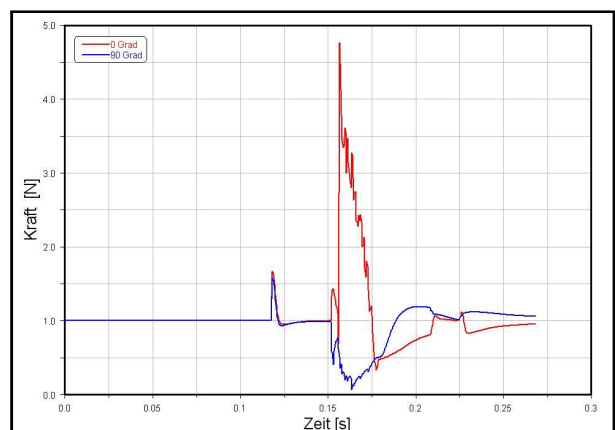
- Reduzierung von Entwicklungszeit und -kosten durch Verringerung der Versuchsanzahl
- Wettbewerbsvorteil durch hohe Leistung, gute Hülsenqualität und breiten Einsatzbereich
- fundierte Basis für Entwicklungsentscheidungen / Risikoreduzierung



Simulation des Beschleunigungsvorganges (grün: rotierende Förderwalze; gelb: Transportriemen; rot: Hülse; Pfeile: Belastungsprofil)



Hülsengeschwindigkeit



Hülsenbeanspruchung

Optimierung eines Portalrobotergestells

Hintergrund:

Ein Portalroboter führt Bewegungen mit hohen Lasten und Beschleunigungen aus. Ein vorhandenes Gestell zeigt elastische Verformungen und Schwingungen, die Taktzeit und Positioniergenauigkeit des Roboters begrenzen.

Ziele:

- Erhöhung der Gestellsteifigkeit / Geringe Gestellschwingungen
- Geringe Gestellkosten (Teileanzahl)
- Große Zugangsflächen

Weg:

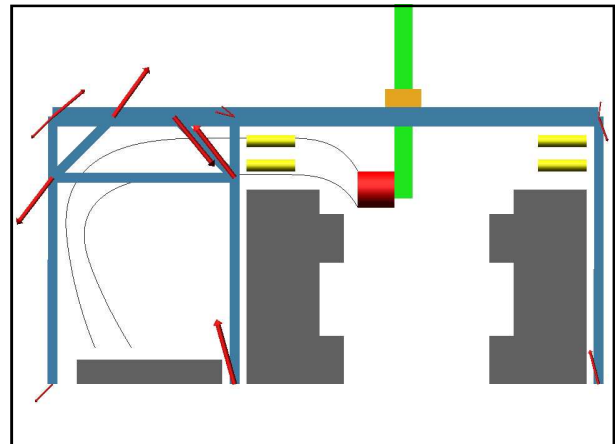
- Simulation Gestellbelastung durch Roboterbewegung
- Simulation Gestellverformung unter Last
- Ermittlung der Belastung einzelner Gestellteile für verschiedene Handhabungsaufgaben und Betriebszustände
- Analyse des Schwingungsverhaltens des Gestells (rechnerische Modalanalyse)
- Analyse verschiedener Konstruktionsvarianten
- Optimierung der Gestellstruktur einer Variante

Ergebnis:

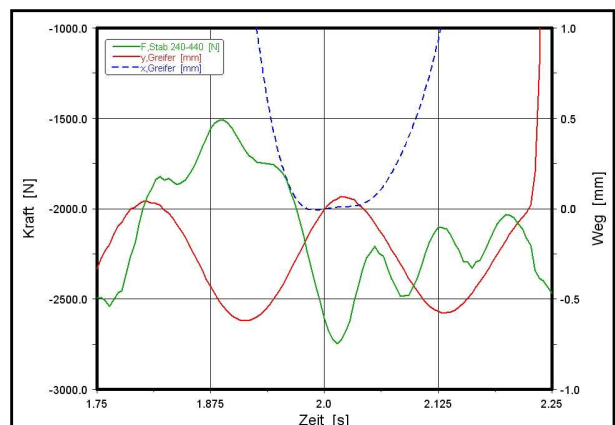
- Optimierte Gestellstruktur
- Hohe Gestellsteifigkeit gegen statische und dynamische Belastungen
- Reduzierte Gestellkosten infolge verringerter Teileanzahl
- Hinweise zur schwingungsoptimalen Achsensteuerung

Nutzen:

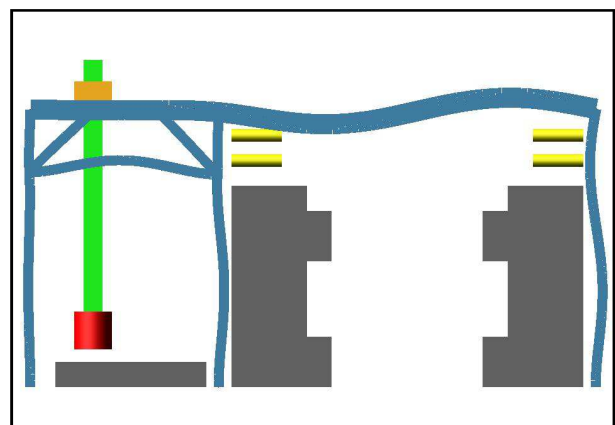
- Wettbewerbsvorteil durch höhere Taktzeiten / schnellere Greiferpositionierung
- Reduzierung von Entwicklungszeit und -kosten durch Verringerung des Versuchsaufwandes
- Fundierte Faktenbasis für Entwicklungsentscheidungen



Handhabungszelle mit Gestellkräften (rote Pfeile) während Roboterbewegung



Greiferschwingung und Belastung eines Gestellteils während einer Positionierbewegung



Eine der Schwingungseigenformen des Gestells (Ergebnis einer rechnerischen Modalanalyse; Verformungen stark vergrößert)

Rollenantrieb eines Transportriemens

Hintergrund:

Für einen Spezial-Transportriemen ist ein verschleißarmer Rollenantrieb zu entwickeln. Die Herstellung von Testriemen ist teuer und zeitaufwändig. Daher hat die Minimierung des Versuchsaufwandes hohe Bedeutung.

Ziele:

- Optimierung der Riemengeometrie vor Fertigung
- geringer Riemenverschleiß
- gleichmäßige Riemengeschwindigkeit
- hohe übertragbare Antriebsleistung

Weg:

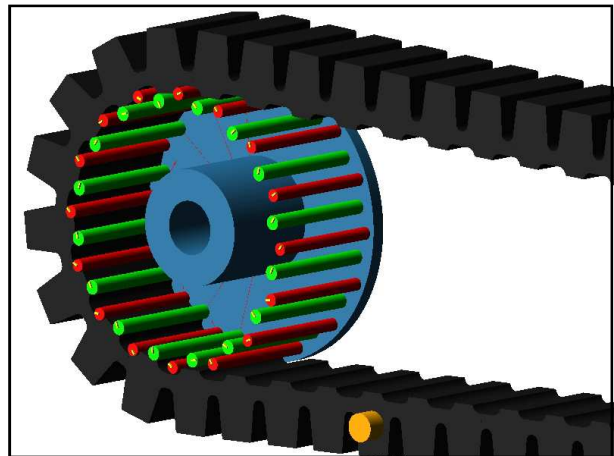
- Ermittlung der Riemeneigenschaften (Elastizität, Reibwerte, Masseneigenschaften, ...)
- Erstellung eines Simulationsmodells
- Modellverifizierung durch Abgleich mit Messergebnissen an vorhandenen Riemen
- Analyse von Konstruktions- und Geometrievarianten (Riemengeometrie, Rollenanzahl, Vorspannung, ...) im Simulationsmodell
- Analyse der Schwingungsanregung durch das Antriebsrad
- Optimierung von Antriebsrädern und Riemengeometrie

Ergebnis:

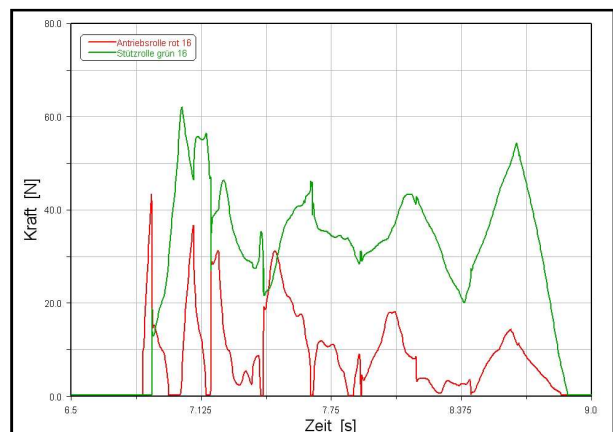
- optimierte Konstruktionsvariante
- geringe Riemenbeanspruchung
- nur ein Testriemen erforderlich

Nutzen:

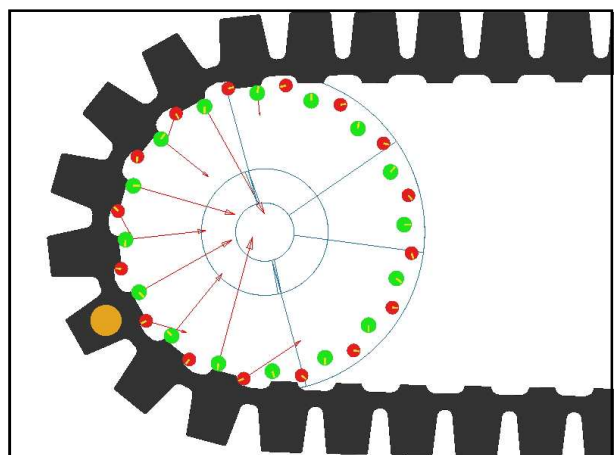
- Reduzierung von Entwicklungszeit und -kosten durch Verringerung der Versuchsanzahl
- Wettbewerbsvorteil durch höhere Standzeit und Geräuscharmheit
- fundierte Basis für Entwicklungsentscheidungen



Simulation des Rollenantriebes eines Transportriemens



Rollenkräfte einer Riemengeometrie mit Eingriffsstörungen



Kraftvektoren und Riemenbelastung

Mechanische Zugkraftregelung

Hintergrund:

Verpackungsmaterial wird mit variabler Geschwindigkeit von einer Rolle abgezogen. Um die Bahnspannung zu halten, wird die Rolle von einer mechanischen Regelung gebremst. Drastische Änderungen von Massenträgheitsmoment und Abzugsradius der Rolle sowie deren Unrundheit (Schwingungsanregung) erschweren die Auslegung.

Ziele:

- Geringe Herstellkosten
- Halten der Bahnspannung im zulässigen Bereich
- Funktionsfähigkeit für grob unterschiedliche Materialien (Dichte, Rollenbreite und -durchmesser)

Weg:

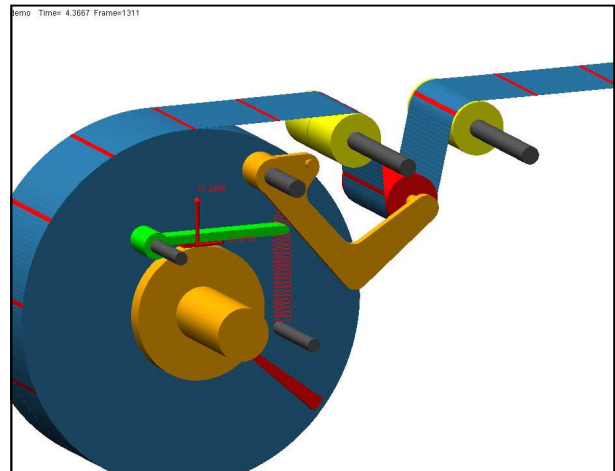
- Ermittlung von Systemparametern (Bremsenreibwerte, Dämpfungskonstanten, ...) durch einfache Messungen in Zusammenarbeit mit dem Kunden
- Erstellung eines Simulationsmodells
- Modellverifizierung durch Abgleich mit Messergebnissen
- Analyse einiger Konstruktionsvarianten im Simulationsmodell; Abschätzung der Einsatzbereiche durch Simulation unterschiedlicher Materialien
- Optimierung konstruktiver Parameter für eine Variante

Ergebnis:

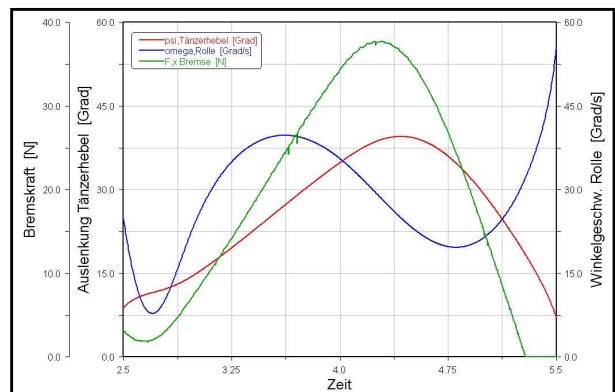
- Optimierte Konstruktionsvariante
- breiter Einsatzbereich
- geringe Kraftschwankungen

Nutzen:

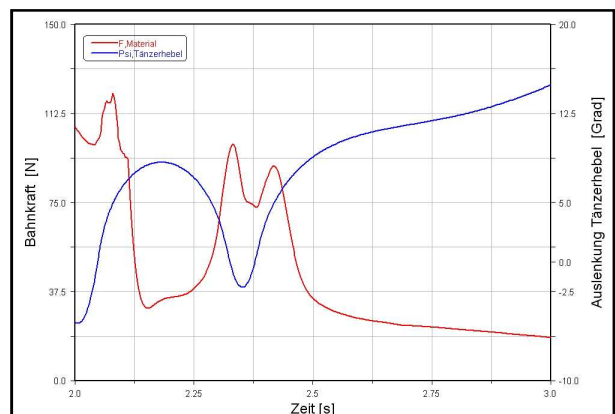
- Wettbewerbsvorteil durch breiten Einsatzbereich
- Reduzierung von Entwicklungszeit und -kosten durch Verringerung der Versuchsanzahl
- fundierte Basis für Entwicklungsentscheidungen



Simulationsmodell; federbelasteter Tänzerhebel (rote Umlenkrolle) dient als Bahnkraftsensor



Brems- und Beschleunigungsvorgang



Bahnkraftverlauf beim Einschwenken des Tänzerhebels